Istituto di Zoologia e di Anatomia e Fisiologia comparate
della R. Università di Cagliari, diretto dal Prof. ERMANNO GIGLIO-TOS

Dr. **Ermanno GIGLIO TOS**

L'EREDITÀ NEGLI ORGANISMI
e l'interpretazione chimica della vita

Estratto da *Biologica* - Vol. I. N. 26
1907.

TORINO
CARLO CLAUSEN (HANS RINCK Succ.)
Libraio delle LL. MM. il Re e la Regina.

1908.

« Biologica » Vol. I. N. 26.

Istituto di Zoologia e di Anatomia e Fisiologia comparate della R. Università di Cagliari
diretto dal Prof. Ermanno Giglio-Tos

Dr. **Ermanno GIGLIO-TOS**

L'eredità negli organismi e l'interpretazione chimica della vita

Con il lodevole intento di combattere l'ipotesi dei determinanti, come egli stesso confessa nella prefazione, il Professore Hatschek dell'Università di Vienna pubblicò in questi ultimi tempi alcune sue vedute su di una interpretazione dell'eredità organica [1].

Chiunque voglia e desideri, che la Biologia non fuorvii dalla retta via che ogni scienza positiva deve seguire, non potrà far a meno di approvare l'intenzione di Hatschek. Come giustamente egli osserva in quella prefazione, l'ipotesi dei determinanti non è altro in fin dei conti che l'antica teoria della preformazione presentata sotto spoglie moderne, ed è quindi naturale che di quella medesima presenti precisamente tutti i difetti e vadā perciò incontro alle stesse gravi obbiezioni.

Non è qui mia intenzione di discutere una ipotesi che non regge alla più elementare critica e che porta a conseguenze ultime assurde ed insostenibili, e che non avrebbe dovuto avere neanche l'onore della discussione, se non fosse nata nell'autorevole cervello del Weismann. A tanto giunge ancora nei tempi presenti il prestigio del nome fra gli scienziati! Ci basti osservare che, non le conseguenze sole, ma le

---

(1) Hatschek B., Hypothese der organischen Vererbung. Leipzig, W. Engelmann 1905.

basi stesse della ipotesi hanno fondamento errato, giacchè attribuiscono all'enigmatica facoltà di un'ipotetica minima particella la determinazione istologica e morfologica degli elementi cellulari, mentre le osservazioni ci dimostrano che questa è la conseguenza di tutto l'insieme del corpo cellulare e non di una parte sola di esso; specialmente poi se questa parte è così ridotta ai minimi termini, come sono i determinanti nella ipotesi del Weismann.

Io desidero invece in queste brevi pagine richiamare la attenzione sull'ipotesi sopracitata di Hatschek, perchè essa presenta molti punti di contatto con l'interpretazione dei fenomeni vitali che io proposi molti anni or sono [1] e perchè, se anche è discutibile in alcune parti, è per lo meno una ipotesi che ci offre quelle garanzie di serietà e di positivismo scientifico che si dovrebbero sempre richiedere in simili lavori.

Il Prof. Hatschek non dimostra di conoscere menonamente la mia interpretazione suddetta e perciò acquista speciale importanza il notare come in alcuni punti fondamentali il suo modo di spiegare i fenomeni vitali si accosti assai al mio.

Com'io feci, e come d'altronde tutti i Biologi saranno di necessità condotti a fare, anche Hatschek, nel ricercare l'intimo meccanismo dei fenomeni vitali, non si arresta al protoplasma, nè alle sue proprietà fisiche, morfologiche o strutturali, ma discende fino all'ultima unità di costituzione della materia, alle molecole ed agli atomi.

È d'altronde questa, come già dimostrai, una necessità impellente alla quale bisogna pur obbedire quando si esaminano intimamente i fenomeni fondamentali della vita. Il protoplasma, la cellula, il nucleo e le varie altre parti, qualunque esse sieno, non potranno mai con la loro struttura fisica o morfologica darci ragione di quei fenomeni che sono di natura chimica. La loro costituzione chimica pertanto, questa e non altra, potrà servirci per darne una spiegazione scientifica e plausibile.

---

(1) Giglio-Tos E., Les problèmes de la vie, parti I-III, 1900-1905.

Non v'ha dunque a stupirsi se anche Hatschek, riconducendo il fenomeno vitale fondamentale dell'assimilazione alla molecola, indica le molecole della sostanza vivente con lo stesso vocabolo di « biomolecole » da me già usato, attribuendo a queste, non già proprietà speciali, ma ritenendole, a quanto pare, molecole fondamentalmente uguali a quelle delle sostanze organiche brute.

Credo qui opportuno di insistere fermamente su quanto scrissi nella prima parte del mio lavoro sopracitato, e che qualcuno potrà forse aver frainteso. Col vocabolo « biomolecola » io non ho già inteso di indicare una speciale molecola che godesse di proprietà tutte peculiari, di proprietà, diremo così, vitali, ben diverse da quelle delle molecole organiche brute. Nel cap. I, nel citare l'esempio dell'assimilazione della molecola dell'acido acetico e nell'esaminare minutamente le condizioni intrinseche ed estrinseche della vita, ebbi precisamente per iscopo precipuo ed anzi unico la dimostrazione della tesi che informa tutto l'insieme del mio lavoro e che credo ne costituisca il merito principale: dimostrare cioè come i fenomeni fondamentali della vita, l'assimilazione e la riproduzione, non debbano già ricercarsi in proprietà speciali della sostanza vivente, ma nella natura stessa della molecola in rapporto con le condizioni esterne in cui essa deve compiere quelle trasformazioni chimiche dalle quali risultano, come credo di aver dimostrato, l'assimilazione e la riproduzione e quindi la vita, intesa nelle sue più semplici e più elementari manifestazioni fondamentali.

Il vocabolo « biomolecola » non fu dunque da me proposto per indicare un qualche cosa di speciale, con proprietà peculiari, ma una semplice molecola di composto organico, avente le proprietà, *non una di più*, che per solito si riconoscono a tutte le altre molecole di sostanze organiche brute. E dico sostanze organiche e non inorganiche, perchè, come ben feci allora rilevare, fra le molecole dei composti del carbonio solamente, e non fra le altre, se ne trovano parecchie che hanno la facoltà di poter scindersi in due molecole uguali fra di loro, fenomeno che ci permise di spiegare in modo evidentissimo in che cosa consista la riproduzione.

Si è anzi in questa peculiare facoltà di tali composti che noi troviamo una plausibile spiegazione di un fatto che finora si è sempre constatato e di cui non si è saputo trovare una ragione. Intendo dire dell'essere le manifestazioni caratteristiche della vita intimamente legate ai composti del carbonio, senza che si sia mai potuto fino ad oggi riscontrare manifestazioni di tal natura nei composti inorganici. In questi ultimi difatto la riproduzione non può aver luogo, non esistendo, per quanto finora si sappia, molecole che si possano scindere in due altre uguali fra di loro.

Anche Hatschek dunque riconduce i fenomeni fondamentali della vita alle biomolecole di cui egli ammette due sorta: le biomolecole generative o molecole di accrescimento (Wachstummoleküle) che egli brevemente chiama «Generatule» (Generatüle) e le molecole ergastiche o «Ergatule» (Ergatüle).

Riservandoci di veder fra poco che cosa egli intenda di indicare con quest'ultimo vocabolo, consideriamo anzitutto quale sia il significato delle biomolecole generative o delle Generatule.

Secondo Hatschek queste biomolecole sarebbero quelle che presiederebbero al processo rigenerativo, attribuendo loro la facoltà di generare nuove biomolecole. Ed è qui dove richiamo l'attenzione del lettore sulla coincidenza delle nostre due interpretazioni:

«Wir nehmen auch hier — egli scrive — einen rhyth-
«misch oder phasisch verlaufenden chemischen Vorgang an.
«Hier wird aber das grosse Generatüle in zwei gleichartige,
«kleinere Biomoleküle gespalten. Auch ist anzunehmen,
«das zugleich eine bestimmte Atomgruppe der Oxidation oder
«Veratmung anheimfällt, wodurch die für den Spaltungs-
«vorgang erforderliche Energie frei wird. Jedes der Toch-
«termoleküle ist infolge seiner Konstitution geeignet, sich mit
«Assimilationsstoffen zu verbinden und wieder in ein grosses
«Generatül sich zu verwandeln und somit von neuem in den
«ursprünglichen, der Spaltung vorhergehenden Zustand ein-
«zutreten. Dieser generative Prozess kann wieder durch
«zwei (vereinfachte) Formeln ausgedrückt werden, wobei

« *Gen* das grosse, typisch spaltbare Molekül, *gen* das kleine,
« aus der Spaltung hervorgehende Produkt, *diss* das nebender
« erfolgende Dissimilationsprodukt und *ass* die zur Regenera-
« tion nötigen Assimilationsstoffe bedeutet.

« Spaltungsprozess: *Gen* = 2 *gen* + *diss*.

« Regenerationsprozess: *gen* + *ass* = *Gen* » (pag. 8).

Chiunque conosca l'interpretazione dell'assimilazione e della riproduzione da me presentata nel lavoro suddetto fin dal 1899 non potrà sicuramente far a meno di meravigliarsi della perfetta analogia tra essa e quella che ci offre Hatschek. E la coincidenza nelle nostre vedute è tanto più meravigliosa in quanto si discosta dal solito modo finora seguito di interpretare l'assimilazione. Di fatto questo fenomeno fondamentale e caratteristico della sostanza vivente era fino a questi giorni attribuito ad una specie di sintesi che il protoplasma esercita sulle materie nutrienti che lo circondano. Ancora oggidì comunemente si interpreta l'assimilazione come una nuova formazione di protoplasma che si compia in certo modo all'infuori delle molecole viventi, quasi come se queste, per una proprietà speciale incognita, avessero il potere di scindere dalle materie circostanti nutritive determinati gruppi atomici e di riaggrupparli in modo da formare altre molecole uguali a se stesse. È naturale quindi che, secondo questo modo di interpretare le cose, le molecole viventi rimarrebbero durante questo lavorio chimico inalterate, non prendendovi parte attiva ed agendo per così dire solo di presenza, provocando con questa le trasformazioni chimiche necessarie all'assimilazione.

Non v'ha chi non veda che, se così fosse realmente, questo fenomeno sarebbe di difficile spiegazione, riuscendo quasi impossibile darci ragione del come la semplice presenza delle molecole viventi sia capace di determinare tutto questo complicato lavorìo, a meno di attribuire, come oggidì ancora si fa, non so con quanta serietà scientifica, proprietà speciali molto ipotetiche e anche trascendentali alle molecole della sostanza vivente.

Ma v'ha di più.

Se ben si esaminano i fenomeni dell'assimilazione finora

noti, nessuno di essi ci autorizza a ritenere che la sostanza vivente non cambi assolutamente la sua composizione chimica durante il periodo assimilatorio. La costituzione chimica precisa dei composti del protoplasma ci è ancora così ignota che noi non abbiamo motivo nè pretesto alcuno, anche minimo, per ritenere che essa non cambi in ogni istante, pur mantenendo sempre quell'insieme di struttura da farla appartenere, durante tutte le trasformazioni che subisce, alla immensa e ricchissima categoria dei composti albuminoidi.

D'altra parte, l'osservazione della vita di quei minutissimi organismi, quali i micrococchi, il cui corpo risulta senza alcun dubbio formato dall'aggregazione di poche molecole, ci dimostra ad evidenza che la formazione di nuova sostanza vivente, di un nuovo microorganismo per effetto dell'assimilazione non si fa fuori del corpo di essi, ma dentro di essi prendendovi il loro corpo parte attiva e diretta. Perchè è certo che, se l'assimilazione fosse l'effetto misterioso della sola presenza del microorganismo sulle materie nutrienti circostanti, noi dovremo constatare che la lenta e graduale formazione del nuovo individuo ha luogo, sia pure vicinissimo quanto si voglia al corpo del primo, ma ad ogni modo sempre indipendente da esso.

Ora noi sappiamo in modo positivo che così non è assolutamente. Noi possiamo difatto assicurarci ad ogni istante che un micrococco, durante il periodo dell'assimilazione, cresce esso stesso di volume e che al termine di questo accrescimento si scinde in due micrococchi, cosichè, a rigor di termini, non si può parlare della formazione di un nuovo micrococco per effetto dell'avvenuta assimilazione, ma per amore di esattezza e di precisione dobbiamo dire che si tratta di un accrescimento del primo e della sua scissione in due altri.

Fu precisamente l'esame rigoroso e strettamente logico di questo fatto, portato fino alle estreme conseguenze e quindi fino alla molecola, che mi condusse alla interpretazione suddetta dell'assimilazione e della riproduzione e devono essere stati lo stesso punto di partenza e lo stesso ragionamento

quelli che hanno condotto Hatschek ad un'interpretazione identica senza conoscere la mia.

Ora, a parte il diritto di priorità, che qui giustamente rivendico, il fatto più importante è questa coincidenza di interpretazioni, la quale sta a dimostrare che la spiegazione da me proposta del fenomeno vitale fondamentale, che è e deve essere il punto di partenza per tutti gli altri, si fa strada nelle menti di altri Biologi abbandonando la via finora erroneamente seguita e che non poteva condurre a buon porto.

Sebbene il procedimento ammesso da Hatschek sia identico al mio nei suoi punti fondamentali che sono: sdoppiamento di una biomolecola, in due altre uguali; l'assunzione per parte di queste di sostanze di assimilazione alle quali si legano per raggiungere di nuovo la costituzione della biomolecola madre dalla quale sono derivate; tuttavia esso ne differisce in quanto è meno concreto, non essendo avvalorato da un esempio il quale dimostri che, sia lo sdoppiamento, sia la reintegrazione delle biomolecole che ne risultano sono fenomeni che rientrano non solo nel campo del possibile, ma in quello della realtà stessa. Il che invece io ho creduto opportuno di fare con l'esempio della vita della molecola dell'acido acetico, esempio dal quale emerge chiaramente come con reazioni, non già immaginarie, ma vere e reali si possa da una molecola di acido acetico giungere per successive trasformazioni alla molecola di metiletilchetone che a sua volta per ossidazione si sdoppia in due altre di acido acetico, dalle quali si può ricominciare il ciclo evolutivo indefinitamente.

L'esempio suddetto, oltre che permetterci di concretare meglio le nostre idee e di mostrarci con precisione ed esattezza: come debbano considerarsi i prodotti di disassimilazione (nel che anche Hatschek concorda perfettamente con me); quale sieno e debbano essere il meccanismo dell'assimilazione e la natura delle sostanze da assimilare; quale possa essere la causa dello sdoppiamento che va ricercata negli spostamenti atomici di cui sono causa le reazioni stesse; ebbe sopratutto per iscopo di dimostrare, cosa che dal lavoro

di Hatschek non apparisce chiaramente, come fenomeni simili, perfettamente analogi a quelli caratteristici della sostanza vivente, si possano riscontrare nelle molecole di sostanze organiche brute, quali sono quelle dell'acido acetico.

Si capisce di leggieri, come con quest'esempio il fenomeno dell'assimilazione e della riproduzione, che parrebbe doversi attribuire a facoltà speciali e misteriose del protoplasma, viene invece ricondotto nel campo delle più comuni reazioni chimiche della materia bruta, poichè naturalmente non si ha ragione alcuna di negare che quanto avviene per la molecola di acido acetico non avvenga pure per le altre molecole organiche e quindi per le molecole assai più complesse della sostanza vivente, tanto più se si considera che il fenomeno dello sdoppiamento molecolare analogo a quello del metiletilchetone si osserva in molti altri composti organici.

Vediamo ora che cosa Hatschek intenda per molecole ergastiche o Ergatule. « Das lebendige Molekül — oder, wie wir « es in diesem Falle nennen wollen, das ergastische Molekül « oder Ergatül — verändert durch Dissimilation, das ist « durch Austritt von Atomgruppen oder Dissimilationpro- « dukten, seine chemische Konstitution. Es spalten zum Bei- « spiel die Moleküle der kontraktilen Muskelsubstanz als « Dissimilationsprodukt Kohlensäure und Wasser ab, die aus « dem Körper sodann durch Atmung entfernt werden, und « mit dieser Veränderung ihrer chemischen Konstitution steht « die Gestaltsveränderung und Arbeitsleistung des Muskels « in Zusammenhang. Durch Wiederaufnahme von Atom- « gruppen, das ist die Verbindung mit Assimilationsstoffen, « kehrt das lebendige Ergätul zu seinem ursprünglichen Zu- « stande zurück, es erfährt eine Regeneration oder Restistu- « tion seines Atombestandes. Zum Beispiel werden nach « der Kontraktion die Moleküle der Muskelsubstanz durch « Angliederung von Assimilationstoffen, das ist von Kohle- « hydrate und dem zur Atmung dienenden Sauerstoff rege- « neriert und zu einer neuerlichen Kontraktion befähigt. « Dieser rhythmische oder phasische Arbeitsprozess wird « durch die nachfolgenden vereinfachten zwei Formeln der « Spaltung und Regeneration zum Ausdruck gebracht, in

« welchen *Ergt* und *ergt* die zwei extremen Zustände des « Ergatüls, *diss* und *ass* die Dissimilationprodukte und die « Assimilationsstoffe bedeuten :

« Spaltungsprozess : $Ergt = ergt + diss$.

« Regenerationsprozess: $ergt + ass = Ergt$».

È duopo anzitutto osservare come anche in questo caso i fenomeni di cui parla Hatschek corrispondono a quelli che io nella prima parte del mio lavoro sopra citato distinsi colla designazione di vita di ricambio (*vie d'échange*) in contrapposizione con quelli prima accennati e che caratterizzano la vita di assimilazione, e come l'interpretazione di Hatschek coincida pure con la mia.

Di fatto io scrivevo allora [1]:

« Je n'ai traité, jusqu' ici, que des phénomènes de l'assi- « milation qui conduisent à la régénération des biomolécules « ou à leur division en deux biomolécules égales ou inégales. « J'appellerai cette sorte de vie, « *la vie d'assimilation* ». Elle « est sans aucun doute la plus commune et la plus impor- « tante dans les organismes, surtout dans la période de leur « formation et de leur accroissement.

« J'ajouterai qu' il y a lieu de mentionner ici une autre « sorte de vie que j'appellerai dès à present la « *vie d'échange* ». « Elle diffère de la vie d'assimilation en ce que son résultat « final n'est pas le dédoublement des biomolécules, mais seu- « lement la réintégration de leur constitution primitive, qui « a èté partiellement et momentanément détruite.

« Les changements chimiques d' où résulte cette réin- « tégration ne sont pas essentiellement différents de ceux- « mêmes qui produisent la vie d'assimilation. Nous pouvons « trouver des phénomènes semblables dans les composés « mêmes de la matière brute, par exemple dans l' acide ni- « trique, qui, dans les chambres de plomb, se décompose et « se reconstitue successivement, et dans le bioxide de man- « ganèse, qui, en présence du chlorate de potassium, se trans-

---

(1) Giglio-Tos E., Les Problémes de la Vie. Ie Partie. La substance vivante et la cytodiérèse, 1900.

« forme en tetroxyde, en se decomposant partiellement pour « se reconstituer ensuite en bioxyde» (pag. 78).

Nello scrivere queste parole io intendevo allora di riferirmi precisamente, come fa Hatschek, a quelle sostanze, quale per esempio la sostanza muscolare, che nel loro funzionamento si distruggono e si ricostituiscono ritmicamente, paragonando anche questo fenomeno, in apparenza proprio della vita, a fenomeni consimili e di meccanismo analogo che si possono verificare nei composti bruti.

Le vedute mie e di Hatschek incominciano a divergere là dove si tratta dell'origine di queste molecole che egli chiama ergatule e divergono sempre più nelle ulteriori conseguenze che se ne deducono. « Es erschien mir unwahrscheinlich « — egli scrive — das die tausenfältigen Arten von Biomo- « lekülen, welche auf je einen spezifischen Arbeitsprozess, « beziehungsweise auf einen besonderen chemischen Vorgang « abgestimmt sind, zugleich auch zu einem anderen beson- « deren chemischen Vorgang, dem generativen Prozess, « geeignet sein sollen, — dass also jedes dieser mannigfal- « tigen Biomolekülen die Eignung für zweierlei verschiedene « und sehr complizierte Vorgänge gleichzeitig besitze. Ich « kam vielmehr zu der Anschauung, das es besondere Wa- « chstumsmoleküle gibt, und dass diese sich unter ge- « wissen Bedingungen in neue Arbeitsmoleküle verwandeln: « durch ihre chemische Veränderung werden sie für einen « bestimmten ergastischen Prozess befähigt, sie verlieren « aber zugleich die Eignung zu dem ursprunglicheren gene- « rativen Prozess » (pag. 8-9).

Egli dunque suppone esplicitamente che la formazione delle molecole ergastiche derivi da una vera trasformazione di certe molecole generative, il cui nucleo, come più sotto aggiunge, rimanga inalterato e solo se ne modifichi lo strato esterno per l'assunzione di nuovi gruppi atomici.

Ora data questa supposizione, ammessa vera questa trasformazione di una molecola generativa in una ergastica, ne viene come naturale conseguenza che la prima scompare come tale e perde naturalmente le sue primitive proprietà per assumerne altre ben differenti.

Con questa supposizione egli mira a dare spiegazione dei caratteri somatici degli organismi, intendendo evidentemente col nome di molecole ergastiche tutte quelle molecole svariate le cui speciali proprietà caratterizzano le cellule del soma e quindi i tessuti e le loro funzioni fisiologiche.

Egli intende insomma di risolvere in tal modo il problema del differenziamento istologico, problema della cui soluzione anch'io mi sono specialmente occupato nei due primi capi-della 2ª parte del mio lavoro citato (1).

Hatschek ed io siamo perfettamente d'accordo quando ci proponiamo di ridurre i varî differenziamenti istologici a semplici differenziamenti chimici, e nessun Biologo potrà ancora oggidì porre seriamente in dubbio che in questi termini si presenti realmente tale questione. Ma dove le vedute di Hatschek e le mie differiscono notevolmente si è nello spiegare l'origine di questi differenziamenti.

Nel primo dei due capitoli menzionati, basandomi sulle più recenti ricerche relative all'istogenesi dei tessuti, io mi proposi di dimostrare che in realtà ogni differenziamento istologico si riduce alla secrezione per parte del bioplasma (così io chiamo il vero protoplasma, la vera sostanza vivente) di una determinata sostanza con proprietà speciali che sono quelle appunto che caratterizzano il differenziamento, e vi citavo come esempi l'istogenesi ghiandolare, l'istogenesi delle cellule adipose, degli eritrociti, delle cellule cornee, dei tessuti connettivi, del tessuto muscolare e di quello nervoso, ai quali si potrebbero aggiungere, come già fin d'allora osservavo, tutte le altre sorta di istogenesi, sia nel regno vegetale, sia in quello animale.

Secondo la mia interpretazione adunque, le sostanze caratteristiche dei differenziamenti non sarebbero dovute ad una trasformazione delle biomolecole ma al loro metabolismo, alla loro secrezione intesa nel significato più ampio di questo vocabolo, e le biomolecole che queste sostanze hanno prodotto rimarrebero e sussisterebbero tuttavia, anche dopo

---

(1) Giglio-Tos E., Les Problèmes de la Vie, IIe Partie. L'ontogénèse et ses problèmes. Cagliari. 1903.

l'avvenuta secrezione, cosa che non avverebbe secondo l'interpretazione di Hatschek.

Che il mio modo di interpretare questo fenomeno sia più esatto lo dimostrano le osservazioni stesse dei fatti. Tutti quei casi in cui si credeva che il differenziamento istologico consistesse in una speciale trasformazione del protoplasma sono ormai quasi scomparsi sotto le ricerche recenti più accurate e condotte con mezzi e con tecnica più rigorosi. Ormai si è potuto constatare che in nessun caso si tratta di una vera trasformazione del protoplasma nella sostanza caratteristica del differenziamento istologico, ma sempre nella produzione di questa sostanza per parte del protoplasma e quindi in una vera secrezione, permanendo tuttavia nelle cellule il protoplasma stesso che l'ha prodotta, come l'esame microscopico ci permette di constatare più o meno facilmente.

Anche in quei casi stessi in cui il protoplasma scompare, come ci è dato osservare a mo' d'esempio in certi tessuti di sostegno dei vegetali, è stato tuttavia possibile constatare che la sua scomparsa non è dovuta alla trasformazione sua nella sostanza di sostegno che caratterizza quegli elementi cellulari, ma ad una vera distruzione, ad una vera morte, che non accompagna ma è posteriore all'avvenuta secrezione.

Secondo la mia interpretazione le cellule dell'organismo, durante lo sviluppo ontogenetico, raggiungono quella determinata costituzione bioplasmatica, atta a produrre la sostanza caratteristica del loro differenziamento, istologico, per successive graduali trasformazioni di cui le citodieresi segnano le numerose tappe [1].

È dunque facile comprendere come essa non possa essere raggiunta senza quel determinato numero di tappe e quindi di divisioni cellulari, necessarie, indispensabili per tale fine. Il che ci spiega, come allora dimostrai, la localizzazione dei differenziamenti nel tempo e nello spazio, fenomeno così caratteristico dello sviluppo e in apparenza almeno si mi-

---

(1) Giglio-Tos E., op. cit. IIe Partie. L'ontogénèse et ses Problèmes. Cagliari 1903.

sterioso, e contemporaneamente ci dà plausibile e scientifica ragione della celebre legge biogenetica fondamentale.

Perchè, come fin da quei giorni feci osservare, lo sviluppo ontogenetico non è caratterizzato solamente dai differenziamenti istologici, e morfologici, ma anche e sopratutto dal comparire di questi in determinate parti dell'organismo e in determinati istanti del suo sviluppo. E questa localizzazione nel tempo e nello spazio non solo si produce ma è in stretta, in intima relazione con i differenziamenti, giacchè un dato differenziamento istologico non avviene già in una parte qualsiasi o in qualsivoglia istante, ma in regioni del corpo e in fasi di sviluppo ben determinate. Così per esempio noi non vediamo mai il differenziarsi degli elementi in cellule epatiche avvenire nel cranio nè quello in cellule cerebrali compiersi nella cavità addominale.

Di questa intima relazione, di questa concomitanza anzi di tali fenomeni ontogenetici non tennero e non tengono il dovuto conto i Biologi che dell'ontogenesi tentano una interpretazione. In quella del Weismann, per non citarne che una, quand'anche si voglia ritenere come una spiegazione del differenziamento istologico (cosa che non è), l'ipotesi dei determinanti, rimarrà tuttavia sempre inspiegato perchè queste particelle non escano dal nucleo per provocare il differenziamento che in quei dati momenti dello sviluppo ontogenetico e in quelle parti determinate del corpo.

Questo medesimo grave difetto presenta pure l'interpretazione di Hatschek, perchè, quando pure si voglia ammettere (cosa, come dimostrai, non corrispondente alla realtà dei fatti), che il differenziamento istologico consista in una trasformazione delle biomolecole generative in biomolecole ergastiche, rimarrà tuttavia sempre misterioso perchè tale trasformazione non avvenga in qualsiasi fase dello sviluppo e in qualsivoglia parte dell'organismo, a meno che anche Hatschek non ricorra ad una interpretazione, come la mia, ammettendo che le biomolecole genetiche primitive dell'uovo subiscano nelle successive segmentazioni una serie di modificazioni chimiche che le portino gradatamente ad una costituzione chimica ben differente dalla primitiva.

Ma ciò non è nell'ipotesi di Hatschek, poichè dice esplicitamente che « die Zellen des Körpers sind in bezug auf « ihre generative Substanz gleichwertig; — ed aggiunge: — « Die Eventualität, dass bei den komplizierten höheren Orga- « nismen bei der Differenzierung vielleicht doch auch die « generative Substanz nach verschiedenen Richtungen in « einem gewissen Grade verändert sein könnte, wollen wir « ausser Unstand wohl für unsere Grundanschauung weniger « in Gewicht fiele » (pag. 10).

L'ipotesi suddetta della trasformazione delle biomolecole generative in ergastiche porta inevitabilmente Hatschek a supposizioni e vedute che divergono notevolmente dalle mie, non solo come or ora abbiamo visto nell'interpretare i differenziamenti ontogenetici ma anche e più specialmente nel considerare la costituzione dell'uovo.

Contrariamente alla maggior parte dei Biologi che ritengono che la sostanza ereditaria (« Vererbungssubstanz ») sia molto complicata e costituita dall'aggregazione di determinanti prodigiosamente numerosi e varî, egli sostiene invece esser più giusto « im Zellkern eine relativ einfache Primitiv- « substanz anzunehmen, welche dadurch, das Teilchen von « ihr aus dern Zellkern auswandern und in den Zellleib ge- « langen (ein Vorgang, der auch von den Determinanten- « theorien angenommen wird) dort der mannigfachsten Um- « wandlungen fähig wird und die funktionell sehr verschie- « denartigen lebendigen Strukturen liefert » (pag. 12).

E continua: « Diese Primitivsubstanz wird nichts anderes « als unsere Wachtums-oder generative Substanz sein, und « diese wird also in Kerne oder, genauer gesagt, in seinen Kern- « stäbchen oder *Chromosomen* sich finden. Dieselbe werden « wohl nicht diese Substanz allein, sondern auch noch gewisse « ergastische Substanzen enthalten, die in nächster funktio- « neller Beziehung zu der generative Substanz, zu ihrem « Transport, iher Ernährung usw. stehen » (pag. 12).

E poco più oltre: « Die in den Zellkernen vorhandene « generative Substanz ist also bestimmend für die Natur aller « in Körper vorhandenen, aus ihr entstehenden ergastischen « Substanzen, da ihr Molekül gleichsam das chemische Ra-

« dikal enthält, welches zur Bildung aller anderen Arten von « Biomolekülen dient » (pag. 13).

Così che, secondo Hatschek, quella primitiva e — relativamente semplice — sostanza ereditaria di cui sono formati i cromosomi dell'uovo conterrebbe i radicali chimici di tutte le biomolecole ergastiche del futuro organismo non solo, ma anche un certo numero di sostanze ergastiche necessarie alle biomolecole generative per il loro trasporto e la loro nutrizione! Ma il più curioso si è poi ancora che Hatschek, la cui ipotesi ha per iscopo di opporsi a quella dei determinanti, incorre anch'egli nello stesso grave difetto di questa interpretazione quando suppone che le particelle costituenti la sostanza primitiva escano dal nucleo e cadano nel corpo cellulare per determinarvi i varî differenziamenti istologici! Onde ben a ragione Fr. von Wagner nel fare una recensione del lavoro di Hatschek obbietta [1]: « Der hier ange- « nommene Auswanderungsvorgang erscheint nun wohl für « eine Determinantentheorie, die mit einer hochcomplicierten « Vererbungssubstanz arbeitet, berechtigt, für eine *Primitiv-* « *substanz* aber schwerlich; wir zählen heute innerhalb der « Tierwelt etliche Hunderttausende von Arten und für jede « derselben muss die generative Substanz eine andere sein. « Das ist doch wohl selbst für eine *relativ einfache Primitiv-* « *substanz* etwas zu viel! »

Ma la cosa si complica ancora di più, quando Hatschek, oltre al supporre il nucleo dell'uovo così costituito come sopra è stato descritto, suppone inoltre che il protoplasma cellulare contenga le biomolecole ergastiche, le ergatule.

« Die Ergatüle finden sich besonders im Zelleibe; ihre « mannigfaltigen Arten sid auf die verschiedenen Zellen des « Körpers je nach deren Funktion verteilt; dieselben sind « aus den primären Ergatülen, die im Zelleibe der undiffe- « renzierten Zelle (bzw. der Eizelle) vorhanden waren, abge- « leited und zwar durch eine divergenten Richtungen forts- « chreitende, chemische Konstitutionsänderung » (pag. 40).

---

[1] *Zoologisches Zentralblatt*, 13 Bd. n. 17, 1906, p. 535.

Così che, riassumendo, se bene interpreto le idee di Hatschek che, devo confessarlo, mi paiono in proposito alquanto oscure, l'uovo sarebbe così costituito: da una parte il nucleo, i cui cromosomi contengono le biomolecole generative e alcune biomolecole ergastiche a lui proprie; dall'altra il corpo cellulare, il citoplasma, costituito di molecole ergastiche primitive.

Nelle divisioni cellulari, che caratterizzano lo sviluppo ontogenetico, le biomolecole generative, sdoppiandosi, secondo il processo sopra indicato, passerebbero a costituire i nuclei delle singole cellule che perciò rimarrebbero sempre tutti uguali, mentre le biomolecole ergastiche per via di successive e divergenti modificazioni porterebbero alle strutture istologiche specifiche dei singoli differenziamenti.

Così presentata l'interpretazione di Hatschek non v'ha chi non vi veda un non so che di artificioso, una inutile complicazione, e un dualismo nella struttura dell'uovo che non ha fondamento nei fatti.

Quand'egli suppone che i differenziamenti istologici provengono per successive modificazioni delle biomolecole ergastiche primitive dell'uovo durante le varie divisioni cellulari si avvicina alquanto all'interpretazione mia, secondo la quale durante lo sviluppo ontogenetico le biomolecole subirebbero modificazioni successive fino ad assumere una costituzione chimica che le porta a secernere quella data sostanza che caratterizza il differenziamento istologico loro proprio. Ma questi cambiamenti nella costituzione delle biomolecole non sarebbero limitati solo a quelle del corpo cellulare, ma anche a quelle del nucleo. Se fosse vera l'interpretazione di Hatschek, tutti i nuclei delle cellule somatiche dovrebbero essere uguali fra di loro e eguali a quelli delle cellule genetiche; il che non è.

Il differenziamento istologico di una cellula non è, secondo me, dovuto all'influenza più o meno enigmatica di una particella sola sul protoplasma, sia questa un «determinante», come vuole Weismann, o una «ergatula» come suppone Hatschek, ma a tutto l'insieme della cellula, e del nucleo e del citoplasma nel tempo stesso, poichè io ritengo che tra

il citoplasma e il nucleo, per quanto riguarda la loro costituzione chimica, corrono dei rapporti costanti e fissi, per cui, se modificazioni chimiche avvengono nelle biomolecole del citoplasma, corrispondenti modificazioni, sebbene di differente natura, si verifichino nelle biomolecole del nucleo. Nucleo e citoplasma formano con il loro insieme, secondo la mia interpretazione, una unità simbiotica, una biomonade complessa, così che le sostanze che in essa si producono caratteristiche del differenziamento istologico, sono il prodotto di questo tutto e non di una sola parte di esso. Il che del resto corrisponde, com'è noto, ai risultati finora ottenuti nell' osservazione dell'istogenesi.

La supposizione di Hatschek che i nuclei si mantengano uguali nella loro costituzione gli serve a spiegare l'origine delle cellule germinative, e dell'uovo che egli appunto suppone derivato « nur aus undifferenzierten Zellen, welche den « primären Charakter von der Entwicklung her beibehalten « haben, also nach einem *Prinzip der Kontinuität undiffe-* « *renzierten Zellen* » (pag. 16), principio, come facilmente si scorge, che corrisponde a quello della continuità del plasma germinativo del Weismann.

Si possono dunque qui muovergli le stesse obbiezioni che alla interpretazione del Weismann. Perchè dunque queste cellule indifferenziate non sono capaci di generare un nuovo organismo in qualunque fase del loro sviluppo? Perchè sono necessari i ben noti fenomeni della maturazione delle cellule sessuali? Perchè le uova non sono atte a generare con la fecondazione un nuovo organismo, se prima non hanno espulso i globuli polari?

Queste ed altre obbiezioni sgorgano spontanee, e nell'ipotesi di Hatschek appare qui una grande lacuna, come una altra grande lacuna che egli non tenta di colmare, si rivela là dove accenna ad un altro importante fattore dell'ontogenesi che è l'ineguale energia di accrescimento dei vari distretti cellulari dell'organismo, fenomeno che invece appare spiegato con la massima facilità nella mia interpretazione mediante quel modo di sviluppo biomolecolare che io chiamai monodico, nel quale la localizzazione di queste cosidette

energie di ineguale accrescimento cellulare, che ha così grande importanza nell'organogenia, appare come una conseguenza semplicissima e razionale.

Lo stesso sviluppo monodico permette pure, come dimostrai nella seconda parte del mio lavoro sopracitato, la spiegazione semplice e naturale di un altro fenomeno molto diffuso ed importante negli organismi, intendo dire della rigenerazione.

Hatschek, volendo tentare di questa una spiegazione, è costretto a supporre che nello sviluppo ontogenetico talune biomolecole ergastiche, invece di subire le modificazioni che portano al differenziamento istologico definitivo, rimangano nei primi stadî della loro costituzione. Ma dobbiamo confessare che non si vede la ragione di una tale sosta, e non si capisce facilmente perchè talune debbano subire la loro evoluzione ed altre rimanere immutate.

Chiunque abbia invece esaminato il modo di sviluppo monodico da me descritto, su cui è basato tutto lo sviluppo ontogenetico, con una esauriente spiegazione dei differenziamenti istologici, morfologici, della loro localizzazione e con una rigorosa e precisa soluzione dei più gravi problemi dell'embriologia sperimentale, potrà facilmente convincersi che la rigenerazione, è una conseguenza naturale e diretta dello sviluppo monodico e diventa un fenomeno della massima semplicità.

Del resto non è mio scopo in questa breve nota il fare una critica dell' interpretazione di Hatschek e perciò mi astengo dall'esaminarne anche quelle parti che hanno attinenza con le variazioni delle specie e con la possibile trasmissibilità dei caratteri acquisiti.

Io non ebbi al contrario con questo mio scritto altra mira che di richiamare l'attenzione dei Biologi su di una interpretazione che ha fondalmente le stesse basi che quella da me proposta, alla quale si avvicina assai sotto parecchi altri punti di vista.

La interpretazione chimica della vita va imponendosi sempre più e penetra a poco a poco nello spirito della Biologia moderna. Io mi auguro che su questa via si indirizzino coloro

che dei fenomeni vitali cercano una spiegazione veramente scientifica, perchè su di essa solamente sono convinto che possano raggiungere la meta.

APPENDICE

Questa breve nota era già alle stampe quando ebbi occasione di leggere una interessante e minuta revisione del Dr. Häcker, pubblicatasi in questi giorni, sulla importante quistione dei cromosomi, considerati come portatori della eredità [1], nella quale si rivela, ancora una volta, come la mia interpretazione chimica e molecolare dell' assimilazione e della riproduzione, sebbene passata inosservata, acquisti terreno nella scienza, poichè ad essa si rivolgono i Biologi della scuola moderna.

Dopo di avere accennato, come da taluni osservatori si sostenga che i cromosomi sono alla loro volta costituiti dall' aggregazione di particelle assai più piccole (i *cromioli* di Eisen, od i *cromomeri* di Allen, corrispondenti alle particelle viventi che io chiamai *biomori*), venendo alla importante quistione dei rapporti che le unità ereditarie possano avere con la costituzione chimica del protoplasma, Häcker fa notare come la maggior parte degli osservatori si basano ancora sulle vedute di Ernst Brücke, condivise e sostenute da Weismann, che cioè le ultime unità viventi ed ereditarie (come i biofori di Weismann e le unità fisiologiche di Spencer, ecc.) non possano essere identiche alle molecole albuminoidi, ma debbano invece rappresentare un complesso organizzato di queste ultime. Egli fa inoltre osservare come

---

[1] Häcker V., Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger, in: *Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie*, Bd. I, Heft. 1, Jena 1907, pag. 36.

in modo esplicito Weismann neghi che i biofori possano essere ritenuti come molecole, poichè queste ultime *non sono capaci di assimilazione.*

Ma, in opposizione a questa asserzione di Weismann, Häcker cita l'opinione di Fick (1) il quale, dietro indicazioni di Wundt, ha fatto rilevare come anche talune molecole sieno in certo modo capaci di assimilare in quanto esse possono formare composti polimeri che poi si scindono in molecole uguali.

Alle quali vedute, volendo anche Häcker addurre per parte sua nuove prove e conferme, aggiunge che esempi di simile sorta si trovano, come il prof. H. Kauffmann gentilmente gli ha comunicato, già nel gruppo dei composti del benzolo, specialmente per esempio nella fenetidina ($C_2 H_5 OC_6 H_4 NH_2$), la quale, con l'aggiunta di fenolo e trattata con etere, produce un corpo, il *fenoazofenotol*, la cui molecola rappresenta in certo modo una doppia molecola di fenetidina e per riduzione può scindersi realmente in due molecole di fenetidina. « Hier hätten wir — egli soggiunge — also che-« mische Analoga zu den Prozessen der Assimilation, des « Wachstums und der Teilung vor uns, Erscheinungen, die « im übrigen auch in gewissem Sinne gegen die Annahme « Driesch's von der Nichtteilbarkeit dreidimensionaler Ma-« schinen sprechen ».

Come si vede nè Fick, nè Häcker conobbero la mia interpretazione dell'assimilazione con l'esempio dell'acido acetico, da me esposta fin dal 1899 (2). Gli esempi da loro citati, mentre lasciano a me la priorità di questa interpretazione, aumentano anche il valore della sua attendibilità, in quanto ci dimostrano essere vero quanto allora già scrivevo,

---

(1) Fick R., Betrachtungen ueber die Chromosomen: ihre Individualität, Reduction und Vererbung. in: *Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth.*, Suppl. 1905.

(2) Giglio-Tos E., Un'interpretazione dell'assimilazione e della riproduzione, in: *Boll. Mus. Zool. Anat. comp. della R. Università di Torino*, vol. XIV, n. 353, 1899.

che fenomeni chimici analogi a quelli dell' assimilazione e della riproduzione dell' acido acetico si debbano riscontrare in molti altri composti del carbonio. Essi confermano ancora una volta che l'interpretazione dell'assimilazione e della riproduzione da me proposta ha molta possibilità di essere la sola e la vera destinata a darci la soluzione di uno dei più importanti e fondamentali problemi della Biologia.

Cagliari, gennaio 1908.